



Small に関するプレスリリース

平成 22 年 7 月 13 日

大阪大学 大学院理学研究科

独立行政法人 物質・材料研究機構

情報を記憶する光ナノセンサーの開発に成功

—人工眼や学習型画像認識システムの開発に道—

大阪大学大学院理学研究科の田中啓文助教、日野貴美研究員、小川琢治教授と独立行政法人物質・材料研究機構国際ナノアーキテクトニクス研究拠点の青野正和拠点長、長谷川剛主任研究者らの共同研究グループは、究極サイズの光・電気信号変換素子「光原子スイッチ」を開発した。本開発では、原子スイッチの電極間材料に光導電性分子^{注1}を用いることで、光信号から電気信号への変換とそれによる原子スイッチ動作を実現した。その結果、光信号の検出と記憶を単一のナノスケール素子で実現することに成功した。極低消費電力で動作する光原子スイッチを集積化した人工眼や、原子スイッチの学習機能^{注2}を利用した画像認識システムなどへの応用が期待される。本研究成果は、ドイツの科学雑誌 **Small** に 7/13 (現地時間) オンライン掲載される予定である。(http://www3.interscience.wiley.com/journal/107640323/home)

ユビキタス情報化社会^{注3}の実現には、人間や環境とのインターフェース機能を備えた高度電子情報端末の開発が不可欠となっている。画像認識システムもそのひとつであり、「小型」で「低消費電力」で動作するシステムの開発が求められている。従来の画像認識システムでは、光信号の検出、その記憶、ならびに画像認識処理は、それぞれ異なる素子（あるいは回路）によって行われていた。これらの機能を単一のナノスケール素子で実現することが出来れば、その集積化によって高機能な画像認識機能を備えた人工眼などを実現することも可能になる。本研究では、原子スイッチの電極間材料として新たに光導電性分子を用いることで、光信号を入力として動作する原子スイッチの開発に成功した (図1)。

原子スイッチは、微小なギャップを隔てた金属電極と固体電解質^{注4}電極からなり、固体電気化学反応^{注5}によって固体電解質電極から析出した原子が電極間を架橋することで動作する。従来の原子スイッチでは、電極間隔をわずか1ナノメートル^{注6}にすることで固体電気化学反応に必要な微弱な電流を確保していた。今回開発した光原子スイッチでは、電極間に光導電性分子膜を形成することで、光照射によって光導電性分子膜に誘起される微弱な電流（光電流）を固体電気化学反応の制御に用いるようにした。その結果、光信号を入力とする原子スイッチの動作（電極間における金属原子架橋の形成）に成功した (図2)。光照射によって形成された金属原子架橋は光照射後も安定に存在するので、光原子スイッチは不揮発性素子^{注7}として動作し、光信号の有無を記憶する。動作条件を制御することで架橋の消滅（スイッチオフ）が可能なることも確認した。

固体電気化学反応の制御は数ミリボルトの電圧でも可能なことから、今回開発した光原子スイッチをフレキシブル薄膜材料上に集積化することで、人体の電位を利用して動作する人工網膜などを開発できる可能性がある。波長選択性の光導電性分子を用いれば、色の識別も可能になる (図3)。また、従来の電圧駆動型の原子スイッチでは、入力回数が同じでも頻度に応じて記憶状態が変わるという特徴（学習機能）が確認されており、今回の成果とこれらの機能を複合させることで、最も頻繁に現れた人間の顔のみを記憶するような学習型画像認識システムの開発も可能になると期待される。

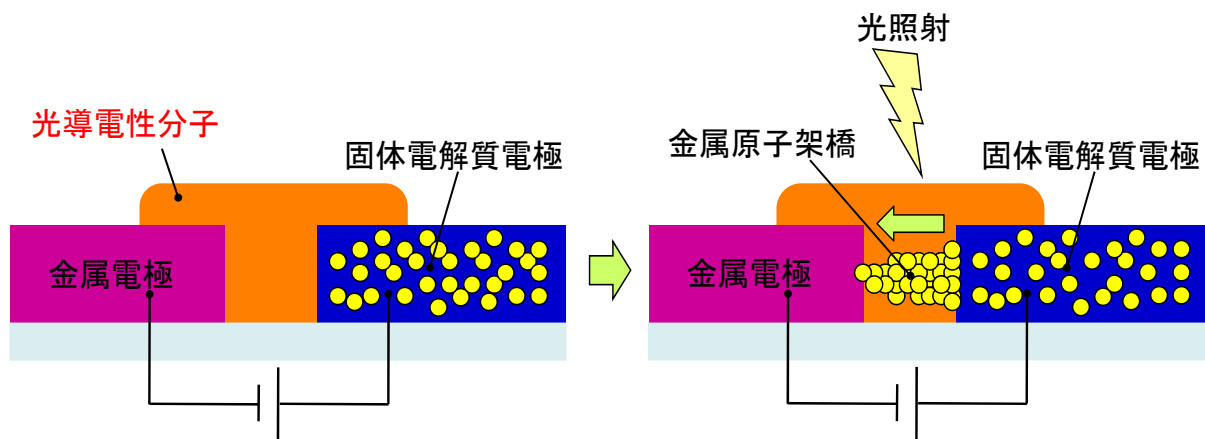


図1 光原子スイッチの動作概念図。光照射によって光導電性分子に誘起される電流で固体電解質電極中のイオンが還元されて原子として析出、金属電極との間に金属の原子架橋を形成する。

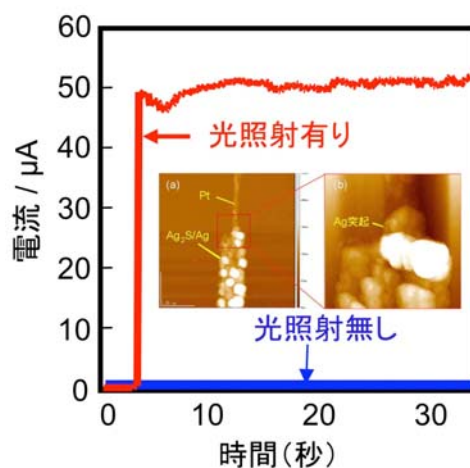


図2 光原子スイッチの動作結果。光照射をした場合のみ、スイッチオンとなる。挿入写真は、動作後に光導電性分子膜を除去して、形成を確認した金属原子架橋。

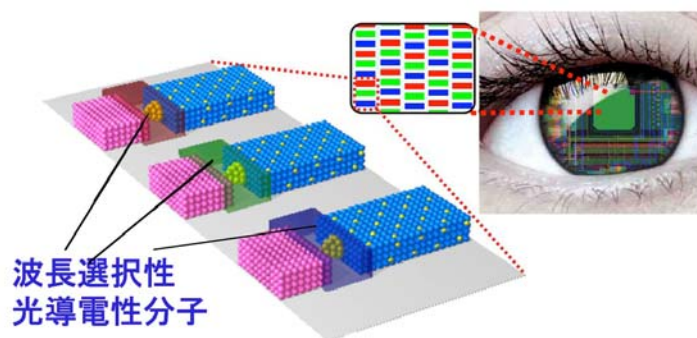


図3 光原子スイッチを利用した人口眼。波長選択性の光導電性分子を用いれば、色の識別も可能になる。光原子スイッチを集積化することで、人体の電位で動作する人工網膜などの開発も期待される。

<脚注>

注 1：光を照射すると導電率が増加する（電気抵抗が減少する）性質をもつ分子。光-電気信号変換材料として、光センサーや太陽電池などの材料として用いられている。

注 2：一定回数が入力があるまで出力を変化させずに入力情報を記憶し、入力が一定回数に達した時点で初めて出力をするなどの、人間の脳における神経可塑性の動作に対応した機能。

注 3：パソコンだけでなく、テレビなどの情報家電や身の回りのあらゆるものの中にコンピュータが入り込み、それらが全てネットワークで接続されることによって実現される情報化社会。いつでもどこでも必要な情報にアクセス・利用することができ、生活の隅々に情報が浸透することによって、より安全で便利な社会の実現が可能になる。

注 4：物質内部でイオンと電子が共に動き回り電気伝導に関与することができる固体物質。

注 5：固体電解質中のイオンが還元されて原子として表面に析出したり、析出した原子が酸化されて再びイオンとして固体電解質中に溶け込む現象。ナノアンペア程度以上の電流が必要。

注 6：1 ナノメートルは、1メートルの10億分の1。原子が数個並ぶ程度の長さ。

注 7：電源を切っても保存したデータが失われない素子。低消費電力素子として、フラッシュメモリーなどの書き換え自由な記憶媒体に利用されている。

<謝辞>

本研究は文部科学省の科学技術振興費（キーテクノロジーの研究開発）、科学研究費補助金、ナノテクノロジーネットワークプログラム（産業技術総合研究所、東京工業大学）等の研究協力・支援を受けて行ったものです。

<掲載論文>

タイトル：Photoassisted Formation of an Atomic Switch

筆者：Takami Hino, Hirofumi Tanaka, Tsuyoshi Hasegawa, Masakazu Aono, Takuji Ogawa

掲載誌名：Small（ドイツ科学雑誌）

<本件に関するお問い合わせ先>

大阪大学大学院理学研究科

助教 田中啓文 E-mail: tanaka@chem.sci.osaka-u.ac.jp TEL: 06-6850-5394

Homepage: <http://www.chem.sci.osaka-u.ac.jp/lab/ogawa/>

独立行政法人物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点

主任研究者 長谷川剛 E-mail: HASEGAWA.Tsuyoshi@nims.go.jp TEL: 029-860-4734

Homepage: http://www.nims.go.jp/atom_ele_gr/index.html